

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 844 034 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.05.1998 Patentblatt 1998/22

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 28/28, B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: 97118614.3

(22) Anmeldetag: 27.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(30) Priorität: 20.11.1996 DE 19647962

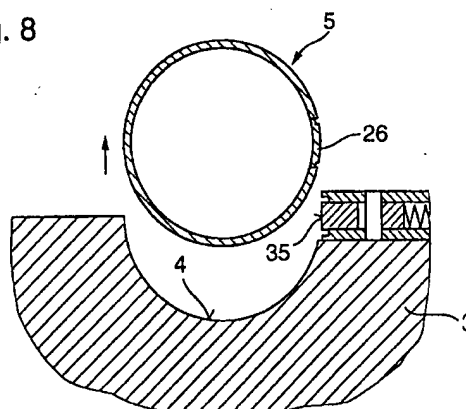
(71) Anmelder:
**Daimler-Benz Aktiengesellschaft
70546 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Haag, Ulrich**
21079 Hamburg (DE)
• **Hardtke, Uwe**
21629 Neu Wulmstorf (DE)
• **Hülsberg, Thomas**
21224 Rosengarten (DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zum Herstellen von Löchern am Umfang eines Hohlprofiles

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen von Löchern am Umfang eines Hohlprofiles (5), wobei ein Wandungsstück als Lochbutzen (26) aus dem Hohlprofil innerhalb eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges herausgetrennt wird und dort anschließend im vorläufig erzeugten Loch bezüglich des Außenumfanges des Hohlprofiles überstandsfrei verklemt wird. Um in einfacher Weise den beim Lochen erzeugten Lochbutzen aus dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug zu entfernen, wird vorgeschlagen, das Verklemmen des herausgetrennten Lochbutzens bei hinsichtlich eines fluidischen Innenhochdruckes entspanntem Fluiddruck und verliersicher mittels eines Stempels (7) auszuführen und den Lochbutzen nach Entnahme des bearbeiteten Hohlprofiles aus dem Hohlprofil unter endgültiger Freigabe des Loches herauszulösen.

Fig. 8



EP 0 844 034 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Löchern am Umfang eines Hohlprofils nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Einrichtung dazu nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 12.

Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Einrichtung ist aus der US 4,989,482 bekannt. Hierbei wird im Anschluß an einen Umformvorgang mittels Innenhochdruckumformen bei einem Innendruck im Bereich zwischen etwa 7 und 700 bar zur Erzeugung eines Loches im Umfang des im Umformwerkzeuges noch befindlichen Hohlprofils ein Stempel auf die Hohlprofilwandung von außen geführt, welche dort unter der flächigen Beaufschlagung des Stempels in den Innenraum des Hohlprofils eingedrückt wird. Der Stempel weist einen Kanal auf, der seine das Hohlprofil beaufschlagende mit einer Mulde versehene Stirnseite mit der Atmosphäre verbindet. Dadurch ergibt sich zwischen der Stirnseite des Stempels im Muldenbereich und dem Hohlprofilinnenraum ein Druckunterschied, der das Hohlprofil an die die Mulde umgebende ringförmige Anlagefläche der Stirnseite des Stempels anpreßt. Bei weiterer Eindrückung der Hohlprofilwandung wird die Dehnfähigkeitsgrenze des Hohlprofilmaterials erreicht, bei deren Übersteigen die Hohlprofilwandung um die Beaufschlagungsstelle des Stempels herum unter Ausbildung eines Lochbutzens reißt. Aufgrund der unebenen Lochwandung des erzeugten Loches ergibt sich jedoch keine ausreichende Abdichtung des beim Eindrücken des Stempels zwischen der Außenseite des Hohlprofils und der den Stempel führenden Matrice geschaffenen Raumes sowie der Stempelführung der Matrice gegenüber dem Innenraum des fluiddruckbeaufschlagten Innenraumes des Hohlprofils, so daß trotz der radialen Anlage der Lochwandung am Umfang des Stempels ein Druckabfall innerhalb des Hohlprofils erfolgt. Dadurch wird die Druckdifferenz zwischen Atmosphäre und dem Hohlprofilinnenraum so gering, daß die Ansaugwirkung des Stempels am Lochbutzen aufgehoben wird, zumindest jedoch in erheblichem Ausmaß verringert wird. In ersterem Fall löst sich der Lochbutzen vom Stempel und fällt in den Innenraum des Hohlprofils hinein. Im zweiten Fall haftet der Lochbutzen mit nur geringer Kraft an der Stirnseite des Stempels an. Bei der Rückzugsbewegung des Stempels gelangt der Lochbutzen wieder in das Loch. Dies gelingt jedoch nur zum Teil, da die zum Hohlprofilinnenraum hin gebogene Lochwandung der durch das Zurückziehen des Stempels erwirkten Rückföhrbewegung des Lochbutzens Widerstand entgegenbringt, wobei aufgrund der oben erwähnten geringen Ansaugkraft unter Einstellung des Druckausgleiches der Stempel vom Lochbutzen abhebt. In den meisten Fällen fällt der Lochbutzen sogar - ohne Halt an der Lochwandung zu finden - in den Hohlprofilinnenraum hinein. Bleibt andererseits der Lochbutzen im Loch hängen,

so ist die Klemmwirkung in diesem klein. Entgegen der in der gattungsbildenden Druckschrift dargelegten Behauptung nach dem Einklemmen des Lochbutzens sei ein Druckaufbau innerhalb des Hohlprofils möglich, wodurch die umgebogene Lochwandung geebnet wird, was eine zusätzliche Verspannung des Lochbutzens im Loch nach sich zieht, wird sich ein Überdruck schon deswegen nicht aufbauen können, weil keine Formentsprechung der Lochwandung und des Lochbutzens in dessen in den Hohlprofilinnenraum hineinstehenden Verklemmung vorhanden ist. Damit ist eine gegenüber einem Hochdruckdichtungswirksame Anlage des Lochbutzens an der Lochwandung ausgeschlossen. Aufgrund von bei der Entnahme des Hohlprofils aus dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug auftretenden Vibrationen am Hohlprofil löst sich der Lochbutzen aus seiner instabilen Verklemmung und fällt in den Hohlprofilinnenraum hinein. Da der Hohlprofilinnenraum trotz abgeflossener Hochdruckflüssigkeit noch einen Naßfilm aufweist, gleitet der Lochbutzen bei der Entnahme des Hohlprofils aus diesem heraus und in das Umformwerkzeug hinein. Die gesonderte Entnahme des Lochbutzens aus dem Umformwerkzeug ist sehr aufwendig, wobei ein "vergessener" im Umformwerkzeug verbleibender Lochbutzen bei nachfolgenden Umformvorgängen zu irreparablen Beschädigungen des Umformwerkzeuges föhrt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Einrichtung dahingehend weiterzubilden, daß der beim Lochen erzeugte Lochbutzen in einfacher Weise aus dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug entfernt werden kann.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 bezüglich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 12 bezüglich der Einrichtung gelöst.

Dank der Erfindung kann der Lochbutzen ohne Zuhilfenahme eines fluidischen Innenhochdruckes im vorläufig erzeugten Loch derart verklemt werden, daß das Hohlprofil dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug entnommen werden kann ohne daß dabei der Lochbutzen aus dem Loch herausfällt. Somit entfällt der Aufwand das Umformwerkzeug von Lochbutzen zu säubern. Des weiteren erfordert es keinen Aufbau eines Fluidhochdruckes und den damit zusammenhängenden apparativen Aufwand, den Lochbutzen in das Loch zurückzudrücken, wobei auf hochdruckfeste Abdichtungen verzichtet werden kann. Aufgrund des fehlenden Überstands des Lochbutzens im Loch über die Außenseite des Hohlprofils hinaus läßt sich das Hohlprofil auch einfach dem Umformwerkzeug entnehmen. Weiterhin werden die verfahrenstechnischen Schwierigkeiten der Lochbutzenrückföhrung hinsichtlich eines Druckabfalles nach dem Herstellen des Loches umgangen. Die Herauslösung des verklemtten Lochbutzens erfolgt nach der Entnahme des Hohlprofils aus dem Umformwerkzeug in einfacher Weise, wobei der Loch-

butzen aufgrund der externen Herauslösung keinen Schaden im und/oder Entsorgungsaufwand aus dem Umformwerkzeug anrichten kann. Aufgrund der festen Verklemmung des Lochbutzens ist schließlich ein Lochen unter allen möglichen Winkelstellungen - bezogen auf die Achsenlage des Hohlprofils innerhalb des Umformwerkzeuges - am Umfang des Hohlprofils möglich ohne daß die Gefahr besteht, daß nach der Druckentspannung in Folge der Lochherzeugung der Lochbutzen in das Hohlprofil oder bei Entnahme des Hohlprofils und einem bezüglich des Hohlprofils von innen nach außen vorausgegangenen Lochvorgang in das Umformwerkzeug hineinfällt.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einem Querschnitt das Innenhochdruck-Umformwerkzeug der erfindungsgemäßen Einrichtung in drucklosem Zustand vor der Bearbeitung des in die Gravur des Umformwerkzeuges eingelegten Hohlprofils und einem mit einer Ringschneide versehenen, in das Umformwerkzeug integrierten und in Nichtgebrauchslage befindlichen Stempel,

Fig. 2 das Umformwerkzeug und den Stempel der Einrichtung aus Fig. 1 in mit einem Umformdruck beaufschlagendem Zustand des Umformwerkzeuges,

Fig. 3 das Umformwerkzeug und den Stempel der Einrichtung aus Fig. 1 in Gebrauchslage des Stempels in mit einem Umformdruck beaufschlagendem Zustand des Umformwerkzeuges,

Fig. 4 das Umformwerkzeug und den Stempel der Einrichtung aus Fig. 1 nach der Bearbeitung des Hohlprofils,

Fig. 5 in einem Querschnitt das Innenhochdruck-Umformwerkzeug der erfindungsgemäßen Einrichtung in druckbeaufschlagendem Zustand mit einem in die Gravur eingelegten Hohlprofil und einen mit einer ringförmigen prägefähigen Wandung versehenen, in das Umformwerkzeug integrierten Stempel in seiner Gebrauchslage,

Fig. 6 das Umformwerkzeug und den Stempel aus Fig. 5 in Nicht-Gebrauchslage des Stempels nach Bearbeitung des Hohlprofils,

Fig. 7 das Umformwerkzeug und den Stempel aus Fig. 5 in Nicht-Gebrauchslage des Stempels nach Bearbeitung des Hohlprofils beim Verklemmen des Lochbutzens im Loch in drucklosem Zustand

des Umformwerkzeuges,

Fig. 8 das Umformwerkzeug und den Stempel aus Fig. 5 in geöffnetem Zustand des Umformwerkzeuges beim Herausnehmen des fertigbearbeiteten Profils,

Fig. 9 in einem Querschnitt eine Vorrichtung zum Herauslösen des Lochbutzens nach Entnahme des bearbeiteten Hohlprofils aus dem Umformwerkzeug.

In Fig. 1 ist ein zweigeteiltes Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 dargestellt, welches aus einem Oberwerkzeug 2 und einem Unterwerkzeug 3 besteht, die die beiden Hälften des Werkzeuges 1 bilden. Die Teilungsfläche 21 der von Ober- und Unterwerkzeug 2,3 ist horizontal ausgerichtet. In der vom Ober- und Unterwerkzeug 2,3 ausgebildeten Gravur 4 ist ein rohrförmiges Hohlprofil 5 mit kreisrundem Querschnitt eingesetzt. Hierbei sind jedoch auch andere Querschnittsgeometrien des Hohlprofils 5 und entsprechende Formen der Gravur 4 denkbar. Auch kann das Hohlprofil 5 über seine Länge hinweg ein oder mehrfach gebogen sein.

Unter einem Winkel von etwa 45° zur Hohlprofilachse ist in das Unterwerkzeug 3 eine feinbearbeitete Führungsbohrung 6 eingearbeitet, die radial zur Gravur 4 ausgerichtet ist und in dieser ausmündet. In der Führungsbohrung 6 ist ein Schneidestempel 7 verschiebbar geführt. Der Schneidestempel 7 liegt mit nur geringem Spiel an der Wandung der Führungsbohrung 6 an, wobei diese und/oder der Stempelumfang zur Verminderung von Verschleiß und zur Reibungsreduzierung der beiden Reibungspartner Stempel 7 und Führungsbohrungswandung mit einer Verschleißschuttschicht versehen sein kann, die die Gleiteigenschaften des Stempels 7 in der Führungsbohrung 6 erhöht. Die Führungsbohrung 6 kann auch unter anderen Winkeln zur Hohlprofilachse gelegen und muß nicht zwangsweise radial ausgerichtet sein. Die radiale Ausrichtung ist jedoch für eine einfache Ausbildung des Stempels 7 bei einem rohrförmigen Hohlprofil 5 günstig.

Der Stempel 7 ist zylindrisch mit kreisrundem Querschnitt ausgebildet. An seiner der Gravur 4 zugewandten Stirnseite 8 weist der Stempel 7 eine mit der Außenseite 34 mit dem Umfang des Stempels 7 fluchtende Ringschneide 9 auf, die in der aus der Fig. 1 ersichtlichen Nicht-Gebrauchsstellung des Stempels 7 an der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 durchgängig anliegt und dabei umlaufend bündig mit der Gravur 4 abschließt. Die Ringschneide 9 begrenzt eine Mulde 11, deren Grund von der Stirnseite 8 gebildet wird. Die Mulde 11 und gleichzeitig auch die Stirnseite 8 ist von ihrer konkaven Form und Tiefe dahingehend ausgebildet, daß das später vom Stempel 7 beaufschlagte Wandungsstück des Hohlprofils 5 als Lochbutzen 26 nahezu gänzlich aufgenommen werden kann.

Der Stempel 7 weist eine axiale Bohrung 12 auf, in der ein stempelartiger Stößel 13 mit geringem Spiel geführt ist. Der Stößel 13 ist durch einen Haltebolzen 14 gesichert, der in eine Querbohrung 15 des Stempels 7 eingepreßt ist. Zur Ermöglichung einer Verschiebung weist der Stößel 13 ein axial verlaufendes Langloch 16 auf, dessen Enden 17,18 die Anschläge am Haltebolzen 14 bilden. Der Stößel 13 ist auf rückwärtiger Seite 19 von einer Druckfeder 20 abgestützt bzw. wird von dieser zur Gravur 4 hin getrieben. Die Abstützung sowie der Antrieb des Stößels 13 kann jedoch auch hydraulisch, pneumatisch oder durch ein Schieberglied mechanisch erfolgen. Der Stößel 13 liegt ebenfalls mit seiner Stirnseite 35 in Nicht-Gebrauchslage des Stempels 7 am Hohlprofil 5 an, wobei das Ende 18 des Langloches 16 am Haltebolzen 14 anliegt. In diesem Stadium herrscht im vorzugsweise metallischen Hohlprofil 5 ein Druck, der geringer ist als ein Druck, der das Hohlprofil 5 nach außen aufweiten wurde, bspw. Atmosphärendruck.

Wird der Druck auf einen Umformdruck von etwa 2000 bar erhöht, beginnt sich das Hohlprofil 5 in die Mulde 11 des noch immer in Nicht-Gebrauchslage befindlichen Stempels 7 aufzuweiten (Fig. 2). Dabei wird der Stößel 13 zu seinem anderen Anschlag, also zur Anlage seines Langloches 16 am Haltebolzen 14 gegen die Kraft der Druckfeder 20 verschoben, welche in einen vorgespannten Zustand übergeht. Der Stößel 13 wirkt hierbei quasi als Gegenhalter, wie er auch von der Ausbildung von T-Stücken durch Innenhochdruck-Umformen her bekannt ist. Es bildet sich eine Beule 22 am Hohlprofil 5 aus, wobei beim Fließen des Hohlprofilmaterials in die Mulde 11 hinein dieses im Randbereich 23 der Führungsbohrung 6 am Übergang zur Gravur 4 durch Ziehen des Materials über den Führungsbohrungsrand ausgedünnt wird. Die Stirnseite 35 des Stößels 13 bildet dann in seiner Nicht-Gebrauchslage zusammen mit der Stirnseite 8 des Stempels 7 den Grund der Aufweitmulse 11.

Danach wird der Stempel 7 zur Gravur 4 hin entgegen dem unvermindert hohen Innenhochdruck mittels einer Hochdruck erzeugende als Antriebsmittel wirkende Hydraulik verschoben, bis daß die Ringschneide 9 in die Hohlprofilwandung 24 in Form eines Einstechens einschneidet. Das Einschneiden läßt eine Dünnstelle 25 in der Hohlprofilwandung 24 entstehen, wobei gleichzeitig die Beule 22 des zukünftigen Lochbutzens 26 durch die Stempelbewegung etwas in Richtung des Innenraumes 27 des Hohlprofils 5 zurückgedrängt wird (Fig. 3). Die Erzeugung der Dünnstelle 25 wird durch das vorhergehende Ausdünnen des Hohlprofilmaterials im Randbereich 23 durch das Aufweiten des Hohlprofils 5 unterstützt, wobei das Einschneiden dann mit nur geringerer Eindringtiefe erfolgen muß als das Einschneiden ohne vorheriges Ausdünnen. Dabei wird auch die Ringschneide 9 hinsichtlich ihrer verschleißbedingten Abnutzung etwas geschont. Der Innenhochdruck vermeidet, daß beim Einstechen des Stempels 7

die Hohlprofilwandung 24 in dem Bereich, der an das zu erzeugende Loch 29 seitlich angrenzt, zum Hohlprofilinnenraum 27 hin umgebogen wird und somit den gleichförmigen Verlauf der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 deformiert.

Nach dem Erzeugen der Dünnstelle 25 wird der Stempel 7 schlag- bzw. ruckartig in die Nicht-Gebrauchslage zurückgezogen, worauf die Dünnstelle 25 umlaufend reißt. Die Wandstärke der Dünnstelle 25 ist dabei derart bemessen bzw. derart labil, daß der Lochbutzen 26 ohne weiteres allein durch die Beaufschlagung mit dem Innenhochdruck aus der Hohlprofilwandung 24 herausgerissen wird. Aufgrund des sauberen Schnittes durch die Ringschneide 9 ist die Wandung 28 des erzeugten Loches 29 am Abschluß zur Außenseite 10 des Hohlprofils 5 hin eben und scharfkantig. Die Außenseite 10 bleibt durch den bis zur Lochbildung stetigen Andruck des Innenhochdruckes an die Gravur 4 auch im Bereich der Lochwandung 28 unverformt, so daß der Formverlauf des Hohlprofils 5 nach der Lochung gewahrt bleibt. Durch das ruckartige Zurückfahren des Stempels 7 wird in vorteilhafterweise die Massenträgheit des noch in der Hohlprofilwandung 24 befindlichen Lochbutzens 26 und der kurzzeitig zwischen der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 und dem Stempel 7 entstehende Unterdruck zum Reißen ausgenutzt, so daß durch die dabei erreichte Erhöhung der Druckdifferenz zwischen dem Hohlprofilinnenraum 27 und dem von der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 und dem Stempel 7 gebildete Raum der Lochbutzen 26 ebenfalls schlagartig - ohne Kontakt zum Stempel 7 zu besitzen - noch leichter aus der Hohlprofilwandung 24 herausgerissen wird.

Beim Erzeugen mehrerer Löcher 29 durch Heraustrennen von Lochbutzen 26 von innen nach außen tritt im allgemeinen das bekannte Problem auf, daß beim Heraustrennen eines ersten Lochbutzens 26 aufgrund der nach außen nicht erreichbaren völligen Abdichtung gegenüber dem Hochdruck ein starker Druckabfall entsteht, worauf die Folgelöcher nicht oder nur unzureichend mit unmaßhaltigen Lochmaßen und Verformungen des Hohlprofils 5 im Randbereich des Loches 29 in der Art von plastischen Eindrücken erzeugt werden können. Insbesondere tritt dies dann auf, wenn die zu erzeugenden Löcher 29 von unterschiedlich großer Querschnittsfläche sind, wobei sich das Loch 29 mit der vergleichsweise größten Querschnittsfläche als erstes aufgrund der an der Hohlprofilwandung 24 angreifenden größten Scherkraft des Innenhochdruckes ausbildet. Um dies zu vermeiden bzw. die für eine weitere maßhaltige Lochfertigung im Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 schädlichen Folgen zumindest zu vermindern werden nach der Erfindung in vorteilhafter Weise die Eindringtiefe des Stempels 7 mit seiner Ringschneide 9 in die Hohlprofilwandung 24 für jedes zu erzeugende Loch 29 individuell festgelegt, so daß sich für die Erzeugung nach dem Eindringen des Stempels 7 eine auf die Querschnittsflä-

che des betreffenden Loches 29 abgestimmte Dünnstelle 25 ausbildet. Die Wandung 24 des Hohlprofils 5 zur Herstellung eines Loches 29 von kleinerer Querschnittsfläche wird hierbei stärker geschwächt als zur Herstellung eines Loches 29 größerer Querschnittsfläche. Die Festlegung bzw. die Abstimmung ist derart ausgebildet, daß die Löcher 29 praktisch gleichzeitig entstehen.

Ist bei bestimmten Löchern 29 die Heraustrennung der Lochbutzen 26 nicht ganz vollständig geschehen, so hängen diese höchstens noch an einem dünnen Wandungsfaden 30 (Fig. 4), der später nach der Entnahme des gelochten Hohlprofils 5 aus dem Umformwerkzeug 1 gekappt werden kann. Der dabei eventuell entstehende Grat ist für die Fertigungsqualität des Hohlprofils 5 von niederrangiger Bedeutung, da sich der Grat aufgrund des vorhergehenden Einschneidens durch die Ringschneide 9 des Stempels 7 nicht im Bereich der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 befindet.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren sind in einfacher Weise beliebige Lochgeometrien ausbildbar, wobei lediglich der Stempel 7 an seiner Stirnseite 8 und dessen Führungsbohrung 6 entsprechend ausgebildet sein müssen.

Der Stempel 7 kann in Nicht-Gebrauchsstellung derart in der Führungsbohrung 6 angeordnet sein, daß der von der Hohlprofilwandung 24 getrennte Lochbutzen 26 nur zum Teil das Hohlprofil 5 verlassen kann. Der Lochbutzen 26 befindet sich dabei zu etwa 3/10 - 5/10 der Wandstärke der Hohlprofilwandung 24 noch im Loch 29. Der Trennungsvorgang der Lochbutzens 26 aus der Hohlprofilwandung 24 ist damit abgeschlossen. Danach wird der Innenhochdruck innerhalb des Hohlprofilinnenraumes 27 vorzugsweise auf Atmosphärendruck abgesenkt, wonach der Stößel 13 auf den Lochbutzen 26 verfahren wird. Dieser wird vom Stößel 13 gänzlich in das Loch 29 zurückgedrückt, so daß ein Überstand des Lochbutzens 26 über der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 vermieden wird, der eine Entnahme des bearbeiteten Hohlprofils behindern oder gar verhindern würde. Aufgrund der Materialrückfederung des gelochten Hohlprofils 5 an der Lochwandung 28 wird immer sichergestellt, daß der Lochbutzen 26 im Loch 29 festklemmt. Das teilweise Herausdrücken des Lochbutzens 26 durch den Innenhochdruck beim Lochen erleichtert das Wiederhineindrücken durch den Stößel 13 erheblich, da anderenfalls bei einer völligen Loslösung des Lochbutzens 26 aus der Hohlprofilwandung 24 infolge der angesprochenen radialen Materialrückfederung der Lochwandung 28 aufgrund des dann im Vergleich zum Lochbutzenquerschnitt kleineren Lochquerschnittes ein Hereindrücken des Lochbutzens 26 in das Loch 29 sehr problematisch wird. Natürlich ist es auch denkbar, daß der Lochbutzen 26 vollständig aus der Hohlprofilwandung 24 herausgerissen wird und daß danach der Lochbutzen 26 vom Stößel 13 wieder in das Loch 29 zurückgedrückt wird. Dies ist jedoch - wie gesagt - aufgrund der Materialrückfederung im Bereich

der Lochwandung 28 schwierig.

Alternativ zu der Herstellung der Dünnstelle 25 nach den Fig. 1-4 durch die Ringschneide 9 kann ein Prägestempel 36 eingesetzt werden, der an seiner Stirnseite 8 anstelle der Ringschneide 9 als Eindringmittel eine ringförmige Wandung 31 aufweist, die im Querschnitt rechteckig ist und mit ihrer Außenseite 32 mit dem Stempelumfang bündig abschließt, wie aus Fig. 5 ersichtlich ist. Hier befindet sich der Stempel 36 schon in Gebrauchsstellung, wobei er - angetrieben über eine hochdruckerzeugende Hydraulik - mittels der ringförmigen Wandung 31 in die Hohlprofilwandung 24 eingedrungen ist und durch die Einprägung eine die Dünnstelle 25 bildende, entsprechend der Form der Wandung 32 umlaufende Wandungsschwächung erzeugt.

Beim Einprägen wird - im Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel, bei dem die Hohlprofilwandung 24 durch Einstechen mittels der Ringschneide 9 unter Ausbildung eines Schnittes getrennt wird - unter Einfluß des Innenhochdruckes Hohlprofilmaterial der Hohlprofilwandung 24 verdrängt. Das verdrängte Hohlprofilmaterial fließt in eine Mulde 33 hinein, die in der Stirnseite 8 des Stempels 36 ausgebildet ist und die von der ringförmigen Wandung 31 begrenzt wird. Die Mulde 33 wird im Gegensatz zur Mulde 11 vollständig vom fließenden Hohlprofilmaterial ausgefüllt. Dieser gezielte Materialabfluß in eine dafür vorgesehene Mulde 33 hinein ermöglicht erst die Ausbildung der gewünschten Dünnstelle 25. Mit einer ebenen tellerförmigen Ausbildung der Stempelstirnseite 8, wie sie aus der gattungsbildenden Schrift zu entnehmen ist, ist dies nicht möglich.

In Übereinstimmung mit dem ersten Ausführungsbeispiel wirkt beim Einprägen der Dünnstelle 25 im Innenraum 27 des Hohlprofils 5 ein Hochdruck im Bereich von etwa 2000 bar. Ebenfalls bei diesem Druck erfolgt vor dem Einprägen ein Aufweiten des Hohlprofils 5, das sich hier in die Mulde 33 hinein aufweitet. Nach dem Einprägen wird der Stempel 36 in gleicher Weise zurückgezogen, worauf die Dünnstelle 25 umlaufend reißt (Fig. 6) und der Lochbutzen 26 vom Innenhochdruck herausgepreßt wird. Der Stößel 13 drückt bei vorzugsweise Atmosphärendruck den erzeugten noch mit einem schmalen Umfangsabschnitt im Loch 29 verbleibenden Lochbutzen 26 in das Loch 29 zurück (Fig. 7). Nach der Verklemmung des Lochbutzens 26 im Loch 29 wird der Druck im Innenraum 27 des Hohlprofils 5 völlig entspannt und dann das Umformwerkzeug 1 geöffnet. Die Öffnung erfolgt hier durch Anheben des Oberwerkzeuges 2, wonach das bearbeitete Hohlprofil 5 entnommen werden kann. Die Lochungsachse verläuft dabei in der Teilungsfläche 21 von Ober- und Unterwerkzeug 2,3 (Fig. 8). Für die Erzeugung mehrerer Löcher 29 gilt das beim ersten Ausführungsbeispiel Gesagte im entsprechend übertragenen Sinne.

Der Stößel 13 kann örtlich separat zum Stempel 7, bzw. 36 angeordnet sein und für die Ausübung seiner

Funktion in die Gebrauchsstellung verschoben werden. Desgleichen ist auch denkbar, daß vom Stempel 7, bzw. 36 selbst die Stoßfunktion übernommen wird. Dadurch wird ein Bauteil, der Stößel 13, und dessen Antrieb eingespart. Diese genannte Möglichkeit ist jedoch nur dann praktikabel, wenn der Lochbutzen 26 sich nicht in der Mulde 11, 33 des Stempels 7, bzw. 36 verklemmt hat. Somit bildet die Integration des Stößels 13 in den Stempel 7, bzw. 36 zum Zurückdrücken des Lochbutzens 26 nicht nur eine einfache bauliche Lösung, sondern erbringt auch - abgesehen von der besseren Verfahrensökonomie bezüglich der ersten oben angeführten Möglichkeit - den funktionellen Vorteil, daß der Stößel 13 im Stempel 7, bzw. 36 eingeklemmte Lochbutzen 26 löst.

Das Erzeugen der Löcher 29 kann sowohl bei Hohlprofilen 5 erfolgen, die in anderen Werkzeugen hergestellt wurden, als auch bei Hohlprofilen 5 stattfinden, die zuerst durch Innenhochdruck-Umformen aus einem im Umformwerkzeug 1 eingebrachten hohlen Rohling hergestellt und anschließend kalibriert werden. Das Hohlprofil 5 kann aus zusammengefügt, vorzugsweisen geschweißten Halbschalen oder auch Strangpreßprofilen bestehen.

Im übrigen kann alternativ zu den beiden vorherigen Ausführungsbeispielen das Hohlprofil 5 nach Einlegen in das Umformwerkzeug 1 durch Innenhochdruck aufgeweitet werden, welches dabei einen in die Gravur 4 des Umformwerkzeuges 1 hineinstehenden rückwärtig abgestützten Stempel 7, bzw. 36 beaufschlagt, wodurch infolge des Eindringens des Stempels 7, 36 in die Hohlprofilwandung 24 die Dünnstelle 25 der Hohlprofilwandung 24 ausgebildet wird. Nach abgeschlossener Aufweitung wird der Stempel 7, bzw. 36 zurückgezogen, wonach die Dünnstelle 25 unter Einwirkung des Innenhochdruckes reißt und der entstehende Lochbutzen 26 nach außen gerissen wird.

Der Lochbutzen 26 wird bei völliger Herauslösung aus der Hohlprofilwandung 24 in die Mulde 11, bzw. 33 des Stempels 7, bzw. 36 innerhalb dessen Führungsbohrung 6 hineingedrückt und dort verklemmt. Bei der teilweisen Herauslösung des Lochbutzens 26 gibt der Stempel 7, bzw. 36 durch die permanente Anlage am Lochbutzen 26 ausreichend Halt, so daß dieser keine Möglichkeit findet unkontrolliert in den Innenraum 27 des Hohlprofils 5 oder in das Umformwerkzeug 1 hineinzugelangen.

In allen gezeigten Ausführungsbeispielen wird aufgrund des Einprägens bzw. des Einschneidens der Hohlprofilwandung 24 nach dem vom Innenhochdruck verursachten Reißen der gebildeten Dünnstelle 25 eine im wesentlich einheitlich glatte Lochwandung 28 ausgebildet. Dies erleichtert aufgrund des fehlenden Widerstandes von makroskopischen Rauigkeiten das Hineindrücken des Lochbutzens 26 in das Loch 29. Abgesehen davon ist schon allein die Bildung einer Sollbruchstelle von großem Nutzen, da somit der Lochbutzen 26 örtlich definiert reißt, so daß es zu keiner

unerwünschten Rißbildung des Hohlprofilmaterials seitlich der Öffnung der Führungsbohrung 6 kommt, die darüber hinaus auch noch unkontrolliert verläuft. Der entstehende mit starken Randverformungen versehene Lochbutzen 26 wäre dabei durch das nachträgliche Zurückdrücken mittels des Stößels 13 nur sehr schwer in der Scharfen aufweisenden, völlig rauen Lochwandung 28 zu verklemmen.

Nach dem vorläufigen Erzeugen der Löcher 29 gemäß der obigen Ausführungsbeispiele wird bei Atmosphärendruck das Umformwerkzeug 1 geöffnet, wonach das Hohlprofil 5 diesem entnommen werden kann. Nach der Hohlprofilentnahme kann nun der Lochbutzen 26 mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung konventionell aus dem Hohlprofil 5 herausgedrückt werden, ohne daß es zu Verformungen des Hohlprofils 5 im Randbereich des Loches 29 kommt.

Das Herausdrücken bzw. das Herauslösen des Lochbutzens 26 kann beispielsweise bei im wesentlichen geradlinig verlaufenden Hohlprofilen 5 ausreichend großen Querschnittes erfolgen, wobei in einer in das Hohlprofil 5 einschiebbaren als Lanze ausgebildeten Vorrichtung 37 ein oder mehrere verschiebbare Auswerferstempel 38 angeordnet sind, die dazu in Querbohrungen 39 der Lanze geführt sind (Fig. 9). Der Auswerferstempel 38 teilt mit seinem tellerförmigen Kopf 40, der mit seinem Umfang an der Querbohrungswandung 41 dichtend umlaufend anliegt, die Querbohrung 39 in zwei Teilräume 42, 43. Der Teilraum 42 weist einen Druckanschluß 44 auf, mittels dessen der Teilraum 42 und damit der Kopf 40 des Auswerferstempels 38 mit Druckluft oder einer Druckflüssigkeit beaufschlagbar ist. Bei Ausüben eines Überdruckes wird der Auswerferstempel 38 entgegen der Kraft einer Druckfeder 45, die sich im Teilraum 43 einerseits an der dortigen Stirnwand 46 der sich stufig verjüngenden Querbohrung 39 und andererseits an der vom Teilraum 42 abgewandten Kopfunterseite 47 abstützt, in Richtung der Stirnwand 46 verschoben. Bei genauer Positionierung der Lanze gegenüber dem Hohlprofil 5 gelangt durch das Verschieben der Stempelschaft 48 mit seinem zum Hohlprofil 5 weisenden freien Ende 49 auf den in der Hohlprofilwandung 24 eingeklemmten Lochbutzen 26, worauf bei weiterer Verschiebung des Schaftes 48 der Lochbutzen 26 aus der Hohlprofilwandung 24 herausgedrückt wird. Die Querbohrung 39 ist auf der dem Stempelkopf 40 gegenüberliegenden Seite des Teilraumes 42 vom dort befestigten Druckanschluß 44 dichtend verschlossen. Denkbar ist jedoch auch, daß die Querbohrung 39 sacklochartig ausgebildet ist und daß der Teilraum 42 im Bereich der dem Stempelkopf 40 gegenüberliegenden Stirnwand von einem axial in der Lanze verlaufenden Druckkanal angeschnitten ist. Wird der Druck entspannt, wird der Auswerferstempel 38 von der Druckfeder 45 vom Hohlprofil 5 weg in die Bohrung 39 zurückgetrieben.

Die Anordnung des Auswerferstempels 38 kann unter beliebigen Winkelstellungen vorgesehen sein;

außerdem können auch mehrere Auswerferstempel 38 parallel zueinander oder um eine definierte Winkelstellung voneinander versetzt in der Lanze vorhanden sein. Ebenfalls ist es denkbar, daß die Lanze nur einen einzigen Auswerferstempel 38 aufweist. Zum Ausstoßen mehrerer Lochbutzen 26 am gleichen Hohlprofil 5 muß die Lanze jeweils axial definiert verschoben werden oder, wenn sich die Lochbutzen unter unterschiedlichen Winkelstellungen zueinander befinden, definiert gedreht werden. Hierzu ist die Lanze innerhalb des Hohlprofils 5 zu diesem koaxial angeordnet und von diesem derart beabstandet, daß sie mit eingefahrenem Auswerferstempel 38 innerhalb des Hohlprofils 5 zum Herausdrücken mehrerer in Umfangsrichtung des Hohlprofils 5 unter einem Winkel voneinander versetzt in Löchern 29 angeordneter Lochbutzen 26 um ihre Achse gedreht werden kann. Das Hohlprofil 5 selbst kann in einer Einspannung ortsfest sich befinden oder in einer Werkzeugform liegen, die an geeigneter Stelle Durchbrüche zum Ausstoß der Lochbutzen 26 besitzt. Das Herauslösen der Lochbutzen kann beispielsweise während des Prüfvorgangs der Hohlprofile 5 bei der Qualitätsprüfung zur Kontrolle der Lochungen erfolgen.

Insbesondere bei gebogenen Hohlprofilen 5 und Hohlprofilen 5 kleinen Querschnittes, bei denen derartige Vorrichtungen nicht einschiebbar sind, sowie bei allen anderen Ausbildungen eines Hohlprofils 5 ist es denkbar, die Lochbutzen 26 nach der Hohlprofilentnahme in den Hohlprofilinnenraum 27 zu drücken und dann die Lochbutzen 26 aus diesem durch Herausspülen mittels einer Spülflüssigkeit zu entfernen. Durch die Anordnung des Stempels 7 bzw. 36 relativ zur Lage des Hohlprofils 5 innerhalb des Umformwerkzeuges 1 und durch die Zurückdrängfunktion des Stößels 13 für den Lochbutzen 26 kann in einfacher Weise vermieden werden, daß einer oder mehrere undefiniert im Umformwerkzeug 1 oder im Hohlprofil 5 liegende Lochbutzen 26 mit großem Aufwand aus dem Umformwerkzeug 1 entfernt werden müssen. Eine leicht handhabbare Entfernung der Lochbutzen 26 bildet für eine störungsfreie, verfahrensoökonomische Automatisierung der Fertigung gelochter Hohlprofile 5 eine grundlegende Voraussetzung.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Entfernung von Lochbutzen 26 aus dem Umformwerkzeug 1 ist bei allen bekannten, auf der Einwirkung eines Fluidhochdruckes basierenden Herstellverfahren von Löchern an Hohlprofilen anwendbar. Hierbei sind sowohl Herstellverfahren umfaßt, bei denen die Lochbutzen von außen nach innen aus der Hohlprofilwandung herausgetrennt werden, als auch Herstellungsverfahren, bei denen diese Trennung von innen nach außen erfolgt.

Bei der Lochung von außen nach innen kann beispielsweise in das Hohlprofil eine Lanze eingeführt sein, die am Hohlprofil in einer Preßpassung anliegt. Das Hohlprofil selbst wird von der Hochdruckflüssigkeit umgeben. In der Lanze ist in einer radialen Querbohrung ein Stempel geführt, der bei Anliegen eines Fluid-

hochdruckes innerhalb des Umformwerkzeuges in die Querbohrung zurückverfahren wird. Dabei wird an der sich nun bildenden Öffnung der Querbohrung das Hohlprofilmaterial in diese hineinverdrängt, worauf dieses nach Übersteigen der Materialdehnfähigkeit im Bereich des Öffnungsrandes der Querbohrung reißt. Das Reißen kann durch die Ausbildung des Öffnungsrand als Schneidkante noch unterstützt werden, wobei sich auch ein Loch mit einer glatteren Lochwandung ergibt. Der entstehende Lochbutzen wird vom Stempel in die Hohlprofilwandung zurückgedrückt und dort verklemt. Abfließen der Druckflüssigkeit kann dann die Lanze mit oder ohne Hohlprofil dem Umformwerkzeug entnommen werden. Wird sie mit dem Hohlprofil entnommen, kann dann, da die Lage der Lanze zum Hohlprofil unverändert bleibt, außerhalb des Umformwerkzeuges durch erneutes Beaufschlagen des jeweiligen Lochbutzens mittels des weiter als beim Verklemmen ausgefahrenen Stempels der Lochbutzen in einfacher arbeitgangsparender Weise aus dem Loch herausgedrückt werden. Wird die Lanze separat aus dem Umformwerkzeug entnommen, sind zur Entnahme des Hohlprofils und zum Herauslösen der Lochbutzen weitere etwas aufwendigere Verfahrensschritte notwendig. Wird der Lochbutzen unter einem Winkel zwischen 0 und 180° bezüglich einer horizontalen mittig verlaufenden Teilungsebene des Hohlprofils erzeugt, ist es denkbar, daß der Lochbutzen nicht in der Hohlprofilwandung verklemt werden muß. Dadurch, daß der Lochbutzen innerhalb dieses Winkelbereiches nicht in das Umformwerkzeug fallen kann, verbleibt der Lochbutzen in der Lanze und kann mit dieser nach Druckabbau im Umformwerkzeug und Ableitung der Druckflüssigkeit kontrolliert ohne weiteres aus dem Umformwerkzeug entnommen werden.

Die Lochung kann anderweitig auch durch Beaufschlagung mittels eines Stanzstempels, der von außen auf das in die Gravur eingelegte Hohlprofil einwirkt, erfolgen. Damit der Lochbutzen aufgrund des beim Lochen entstehenden Druckabfall nicht in den Innenraum des Hohlprofils hineinfällt, ist ein im Hohlprofil angeordneter Gegenhalter vonnöten, der den das Loch noch nicht völlig verlassenden Lochbutzen wieder in dieses zurückpreßt.

Patentansprüche

- Verfahren zum Herstellen von Löchern am Umfang eines Hohlprofils, wobei ein Wandungsstück als Lochbutzen aus dem Hohlprofil innerhalb eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges herausgetrennt wird und dort anschließend im vorläufig erzeugten Loch bezüglich des Außenumfanges des Hohlprofils überstandsfrei verklemt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verklemmen des herausgetrennten Lochbutzens (26) bei hinsichtlich eines fluidischen Innenhochdruckes entspanntem Fluidhochdruck und verliersicher mittels eines Stempels (7,36)

- erfolgt, und daß der Lochbutzen (26) nach Entnahme des bearbeiteten Hohlprofiles (5) aus dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug (1) aus dem Hohlprofil (5) unter endgültiger Freigabe des Loches (29) herausgelöst wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Heraustrennen aus der Hohlprofilwandung (24) der Lochbutzen (26) nur teilweise aus dieser herausgedrückt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Heraustrennen des Lochbutzens (26) bezüglich des Hohlprofiles (5) von innen nach außen erfolgt und daß dieser zum verliersicheren Verklebmen vom Stempel (7,36) von außerhalb des Hohlprofiles (5) in das Loch hineingedrückt wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Heraustrennen des Lochbutzens (26) bezüglich des Hohlprofiles (5) von außen nach innen erfolgt und daß dieser zum verliersicheren Verklebmen vom Stempel (7,36) von innerhalb des Hohlprofiles (5) in das Loch (29) hineingedrückt wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Heraustrennen des Lochbutzens (26) allein durch einen Innenhochdruck erfolgt, der in seiner Höhe im Bereich des Umformdruckes bei einer Innenhochdruck-Umformung des Hohlprofiles (5) gelegen ist. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Heraustrennen des Lochbutzens (26) an einer das spätere Loch (29) umlaufend begrenzenden Sollbruchstelle in der Hohlprofilwandung (24) erfolgt. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sollbruchstelle in Form einer Dünnstelle (25) durch Einprägen mittels eines Stempels (36) gebildet wird. 35
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sollbruchstelle in Form einer Dünnstelle (25) durch Einschneiden mittels eines Stempels (7) gebildet wird. 40
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Herauslösen des Lochbutzens (26) nach der Entnahme des bearbeiteten Hohlprofiles (5) aus dem Innenhochdruck-Werkzeug (1) durch Eindringen des Lochbutzens (26) in den Innenraum (27) des Hohlprofiles (5) hinein und durch anschließendes Herausspulen des Butzens (26) aus dem Innenraum (27) heraus mittels einer Spülflüssigkeit erfolgt. 45
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Herauslösen des Lochbutzens (26) nach der Entnahme des bearbeiteten Hohlprofiles (5) aus dem Innenhochdruck-Werkzeug (1) durch Herausdrücken des Lochbutzens (26) aus dem Hohlprofil (5) erfolgt. 50
11. Verfahren nach Anspruch 1, daß der Lochbutzen (26) bis auf einen dünnen Hohlprofilmaterialfaden herausgetrennt wird und daß im Anschluß an die Hohlprofilentnahme aus dem Umformwerkzeug (1) nach Herauslösen des Lochbutzens (26) aus dem Loch (29) der Materialfaden abgesichert wird. 55
12. Einrichtung zum Herstellen von Löchern am Umfang eines Hohlprofiles, mit einem in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug integrierten Stempel, mittels dessen ein Wandungsstück als Lochbutzen aus dem Hohlprofil unter vorläufigen Erzeugung eines Loches heraustrennbar ist, und mit einem Rückführmittel, mittels dessen der herausgetrennte Lochbutzen im Loch verklebbar ist, dort anschließend im vorläufig erzeugten Loch bezüglich des Außenumfangs des Hohlprofiles überstandsfrei verklebmt wird, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rückführmittel ein Stempel (7,36,13) ist, mit dem der Lochbutzen (26) verliersicher bei gegenüber einem zum Innenhochdruckumformen verwandten Innenhochdruck entspanntem Druckzustand innerhalb des Hohlprofiles (5) in das vorläufig erzeugte Loch (29) eindrückbar ist, und daß die Einrichtung eine Vorrichtung (37) zum Herauslösen des Lochbutzens (26) nach Entnahme des bearbeiteten Hohlprofiles (5) aus dem Innenhochdruck-Umformwerkzeug (1) beinhaltet, durch die das Loch (29) endgültig erzeugbar ist.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zur Erzeugung des Loches (29) verwandter Stempel (7,36) das Rückführmittel bildet.
14. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**,

daß ein in einen zur Locherzeugung verwandten Stempel (7,36) als Stößel (13) ausgebildeter Stempel integriert ist, der das Rückführmittel bildet, wobei der Stößel im Stempel (7,36) verschiebbar geführt ist.

5

15. Einrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Stempel (7,36,13) außerhalb des Hohlprofiles (5) in das Umformwerkzeug (1) integriert angeordnet ist. 10
16. Einrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Stempel (7,36,13) in einer in das Hohlprofil (5) einschiebbaren Lanze radial verschiebbar angeordnet ist. 15
17. Einrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, 20
daß die Einrichtung ein Antriebsmittel aufweist, mittels dessen der Stempel (7,36,13) verschiebbar ist.
18. Einrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, 25
daß die Vorrichtung (37) als Lanze ausgebildet ist, die in das Hohlprofil (5) einführbar ist und die zumindest einen verschiebbaren Auswerferstempel (38) aufweist, mittels dessen der jeweilige Lochbutzen (26) vom Innenraum (27) des Hohlprofiles (5) aus beaufschlagbar ist. 30
19. Einrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, 35
daß die Lanze derart innerhalb des Hohlprofiles (5) von diesem beabstandet angeordnet ist, daß sie im Nicht-Gebrauchszustand des Auswerferstempels (38) drehbar ist.
20. Einrichtung nach Anspruch 18, 40
dadurch gekennzeichnet,
daß der Auswerferstempel (38) in einer Querbohrung (39) der Lanze angeordnet ist und einerseits - zum Hohlprofil (5) hin - hydraulisch oder pneumatisch antreibbar ist und andererseits von einer rückstellenden Druckfeder (45) abgestützt ist. 45

50

55

Fig. 1

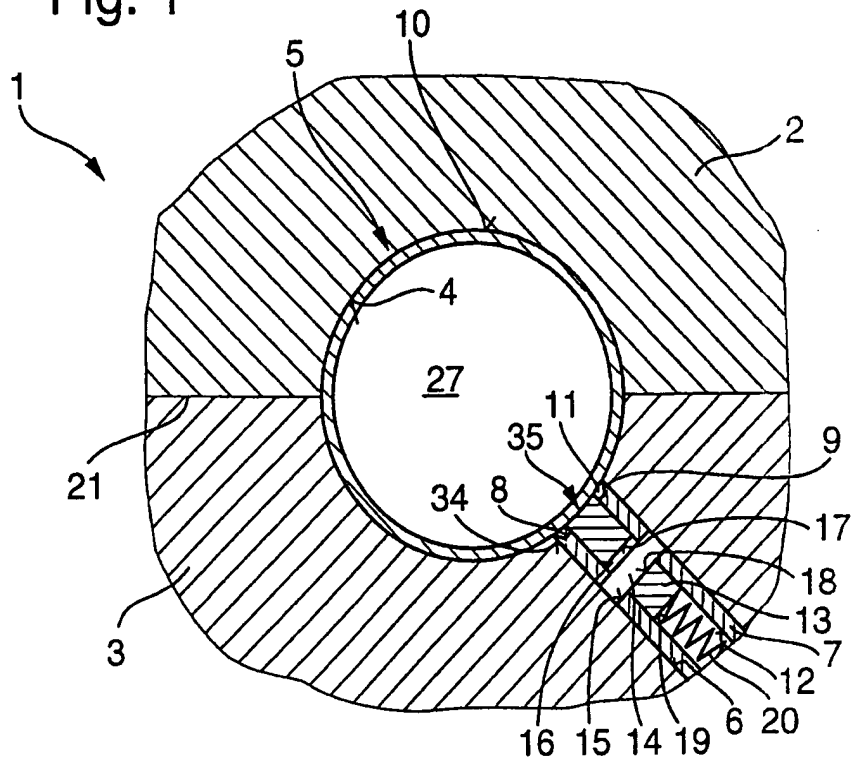


Fig. 2

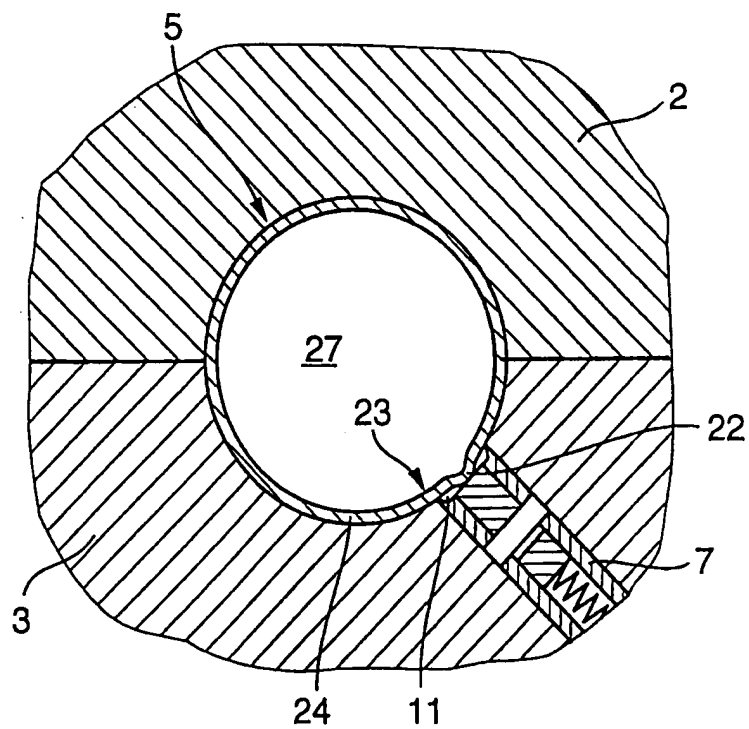


Fig. 3

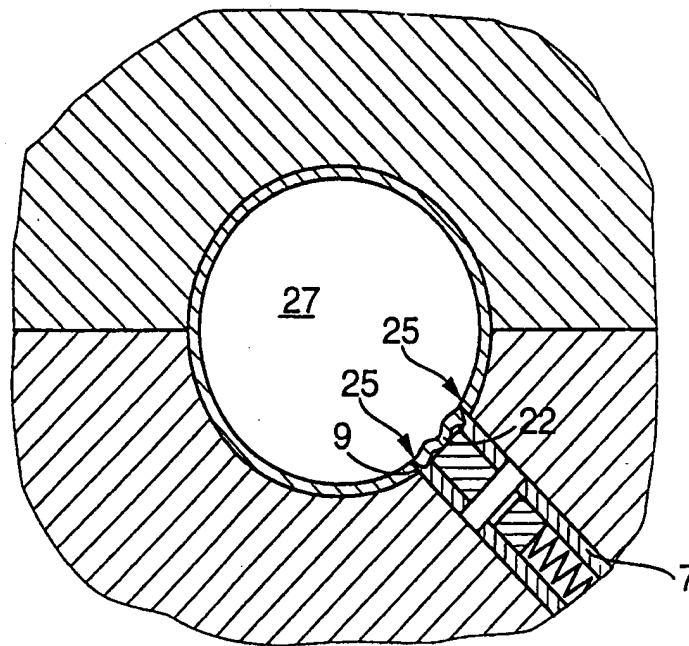


Fig. 4

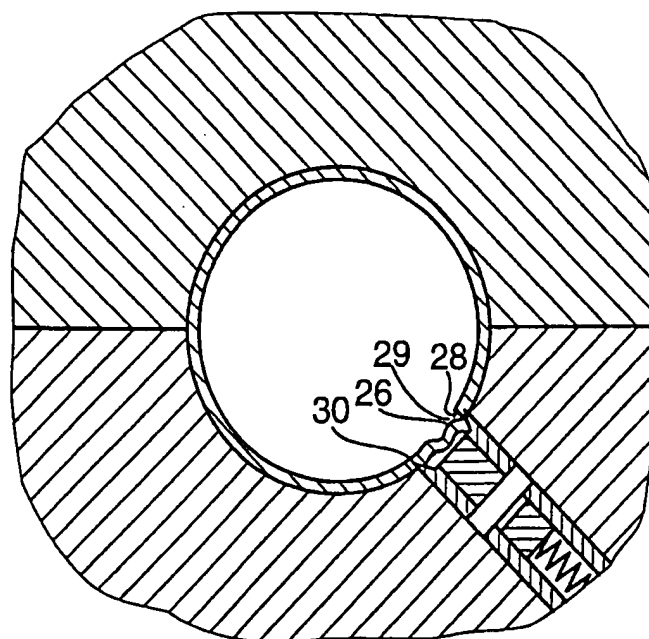


Fig. 5

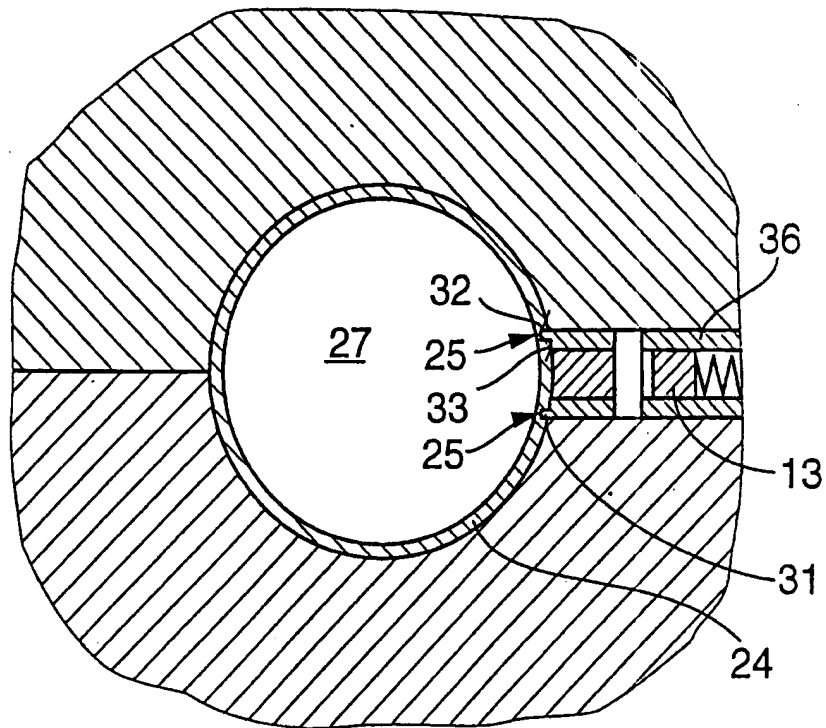


Fig. 6

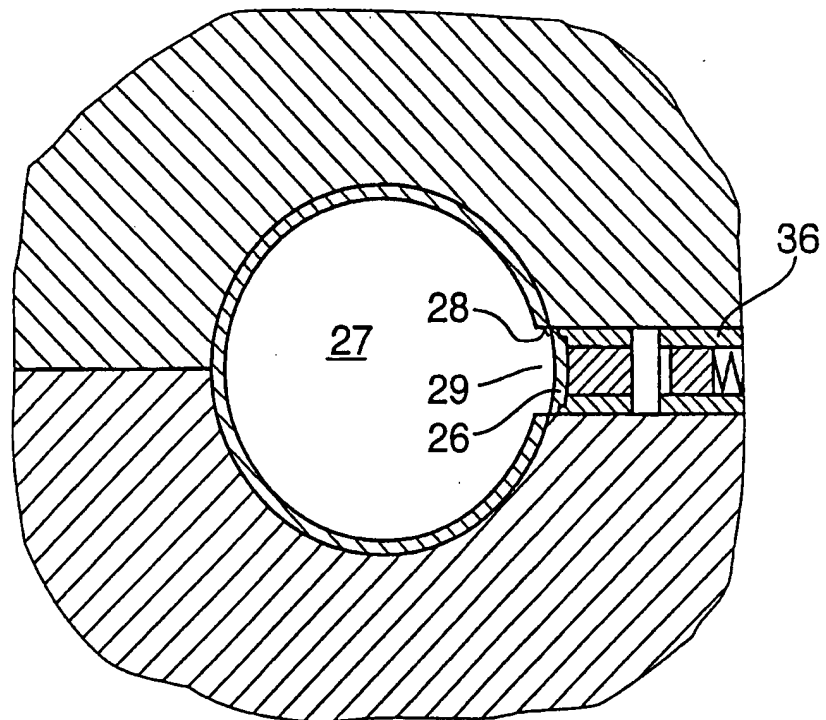


Fig. 7

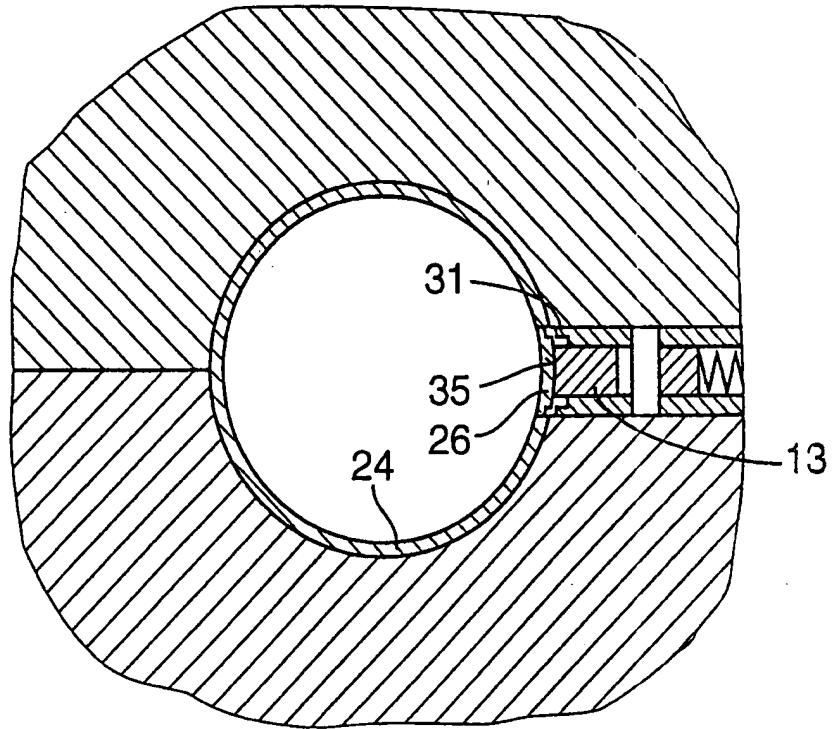


Fig. 8

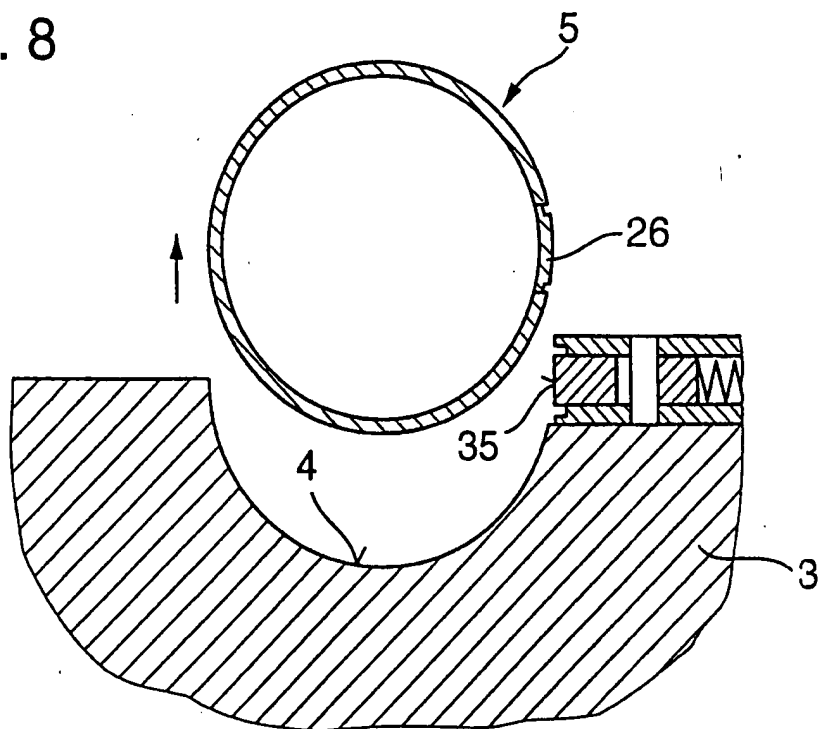


Fig. 9

